

특집논문-07-12-6-04

저지연 영상 통신을 위한 화면 비트율 제어 기법

김은희^{a)†}, 박민철^{a)}, 문주희^{a)}, 권재철^{b)}

Frame Bit-rate Control Method for Low Delay Video Communication

En-Ji Jin^{a)†}, Min-Cheol Park^{a)}, Joo-Hee Moon^{a)}, and Jae-cheol Kwon^{b)}

요 약

멀티미디어 통신, 영상전화 등 실시간 멀티미디어 서비스가 대중화됨에 따라 동영상 데이터의 저지연 및 고품질 전송에 대한 요구가 중요해지고 있다. 동영상 압축 기술 중에서 비트율 제어 기법은 압축된 데이터의 효율적인 전송과 재생된 영상의 화질을 결정하는데 중요한 역할을 한다. 본 논문은 기존의 VBR과 CBR 부호화 방식을 결합하여 모든 화면의 비트발생량을 제한된 범위 내로 제어하는 기술을 제안하여 모든 화면에 대해 부분적 장면 전환 검출을 수행하고 완벽한 VBR 전송이 보장되지 않는 환경에서 저지연 전송 및 고품질의 영상이 유지되게 하며 또한 순간 데이터 처리 속도의 부담도 완화할 수 있게 한다. 실험 결과, 제안한 알고리즘은 실시간 응용에 있어서 기존 TMN8 알고리즘에 비해 더욱 효율적인 비트율 제어를 제공한다는 것을 볼 수 있다.

Abstract

As the real time multimedia service become more popular, the needs of transmission with low delay and high quality are getting more stronger. Among those video compression technologies, the rate control method dose an important role in getting the effective data transmitting and the high image quality. In this paper, we combined the feature of CBR and VBR coding methods to propose a new bit-rate control method witch allows each frame to generates bits in the defined fluctuation range and applies a scene change detection at a part of frame and also can maintain low-delay and high quality even if the perfect VBR transmission environment is not guaranteed. The experiment result shows the proposed algorithm provides more effective method than TMN8 in real time application.

Keyword : Low Delay, TMN8, Rate Control, Scene Change

1. 서 론

화상 전화나 영상 회의 등과 같은 실시간 영상 통신을 제공하기 위한 영상 통신 시스템은 서로 떨어져 있는 다수의 사용자 사이에서 음성 및 영상 데이터의 전송이 실시간으로

이루어지도록 하기 위한 것으로서, 송신측과 수신측을 포함한다. 송신측에서는 영상 및 음성을 부호화한 다음 부호화된 데이터(Encoded Data)를 송신하며, 수신측에서는 수신된 데이터를 복호화하여 원래의 영상 및 음성을 복원한다. 영상 통신 시스템에서 통신의 실시간성은 음질이나 화질과 함께 서비스 품질을 평가하는 아주 중요한 요소로서, 송신측 및 수신측 단말에서의 버퍼 지연을 최소화하여 종단간 지연(End-to-End Delay)을 최소화할 필요가 있다. 한편, 특정 순간에 부호화된 데이터가 과다하게 발생되면 송수신측 장치 모두 높은 데이터 처리 속도의 부담을 가지게 된다. 영상 통

a) 세종대학교 정보통신공학과 정보통신연구소*

Dept. Information & Communications Engineering, Information & Telecommunication Research Institute, Sejong University*

b) KT 미래기술연구소

Future Technology Lab., KT

† 교신저자 : 김은희(shuyekr@hanmail.net)

신 시스템에서 영상 품질, 저지연, 그리고 데이터 처리 속도를 중요 요소로서 고려할 때, 입력 영상 특성을 구분하여 부호화하는 것이 좋은 방안이 될 수 있다. 즉, 송신측 장치의 카메라 등을 통해서 부호기(Encoder)로 들어오는 입력 영상 특성이 장면 전환 화면이나를 구분하는 것이다. 장면 전환 발생하면 직전 화면과의 상관성이 낮기 때문에 비트가 많이 발생하여 영상의 품질, 전송의 지연, 데이터 처리 속도 등의 관점에서 여러 가지 선택이 있을 수 있다.

장면 전환 화면이 있더라도 모든 화면을 동일한 화질 수준으로 부호화한다면, 화면의 특성에 따라서 발생 비트량이 큰 폭으로 변동되는 가변비트율(Variable Bit Rate, VBR) 부호화가 이루어진다^[1]. 영상을 VBR 방식으로 부호화하면 장면의 전환 여부에 상관없이 일정한 화질의 영상을 얻을 수 있다. 그러나 VBR 방식에 의할 경우에는 부호기에서 발생하는 비트량에 큰 폭의 변동이 있기 때문에, 부호기 버퍼에서 심각한 전송 지연이 초래되거나 부호기 버퍼가 넘치게 되거나 또는 한정된 대역폭을 가지는 전송 채널로 발생하는 비트스트림을 모두 전송하기가 어려운 단점이 있다. 또한 송수신기의 순간적 데이터 처리 속도가 상당히 높게 유지되어야 하는 단점이 있다. 한편, 고정비트율(Constant Bit Rate, CBR) 부호화 방식을 사용하면 입력 영상의 특성에 상관없이 부호기에서의 화면 당 발생 비트율을 일정하게 유지시킬 수 있다. 그러나 이 경우에는 재생 영상의 화질이 일정하지 않으며, 특히 장면 전환 화면의 경우에는 화질이 상당히 나빠지는 문제가 발생한다. 또한 이러한 CBR 부호화 방식의 문제와 앞서의 VBR 부호화 방식의 문제를 절충하기 위하여, 화면 스킵(skip)을 이용할 수 있는데 장면 전환 화면을 검출한 후 몇 화면을 부호화하지 않게 된다. 그러나 이러한 방법은 장면 전환 화면에서 순간 데이터 처리 속도의 증가를 요구하며 완벽한 VBR 전송을 지원하지 못하는 경우 종단간 지연이 발생할 수 있다. 또한 장면 전환 화면과 화면 스킵 이후의 부호화될 화면 간의 시간적 거리가 멀어져 부호화 효율이 저하되는 단점이 발생한다. 이러한 문제는 첫 I-화면에서도 마찬가지로 항상 발생한다.

본 논문에서는, 완벽한 VBR 전송이 보장되지 않는 전송 환경에서, 저지연 전송과 일정 수준 이상의 화질 유지 및 낮은 순간 데이터 처리가 가능한 비트율 제어 기술이 제안

된다. 제안하는 알고리즘은, 앞서 서술한 VBR과 CBR 부호화 방식을 결합하여, 입력되는 모든 화면에 대해 부분적 장면전환 검출을 수행하고 그 결과에 의해 모든 화면에서 발생한 비트량이 정해진 데이터 발생 상한선을 넘지 않는 범위에서 변동할 수 있도록 제어하는 것이다.

논문의 구성은 다음과 같다. II에서는 기존의 CBR 방식의 비트율 제어 알고리즘인 TMN8 알고리즘에 대해서 상세하게 설명하고, III에서는 제안한 비트율 제어 알고리즘을 설명한다. IV에서는 제안하는 알고리즘에 대한 다양한 실험결과와 그 결과에 대한 고찰을 하였으며, 마지막으로 V에서는 결과를 종합하여 결론을 지었다.

II. 기존의 CBR 비트율 제어 알고리즘

1. 통상적인 CBR 방식의 비트율 제어

일반적으로, CBR 특성의 채널을 이용하는 영상 통신 시스템에서는 부호기에서 영상을 CBR 방식으로 부호화를 한다. <그림 1>은 통상적인 CBR 방식의 영상통신시스템의 각 구성 부분을 보여주는 블록 다이어그램이고 <그림 2>는 CBR 방식으로 부호화 하였을 때 각 화면의 비트발생량을 보여준다.

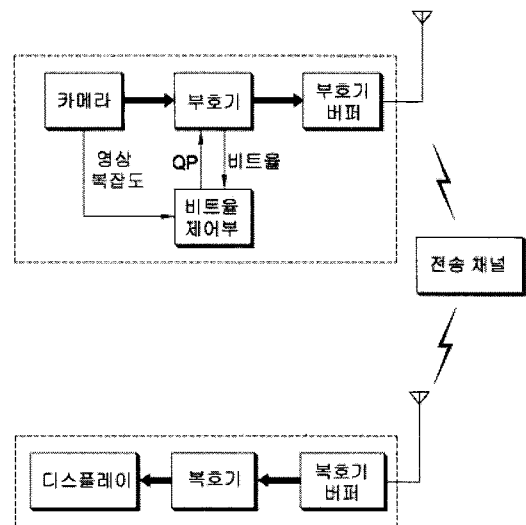


그림 1. 통상적인 CBR 방식의 영상통신시스템의 블록 다이어그램
Fig. 1. Block diagram for normal CBR video communication system

<그림 1>에서 볼 수 있듯이 카메라를 통하여 부호기에 입력된 영상은 비트율 제어부에서 제공되는 양자화 매개변수를 사용하여 압축, 부호화되며 압축된 비트스트림은 부호기 버퍼에 저장되었다가 제한된 채널을 통하여 전송된다. 전송된 비트스트림은 복호기(Decoder)에서 복원되고 디스플레이를 통하여 재생된다. <그림 2>는 부호기의 비트발생량을 평균 목적 비트량에 맞추기 위해 비트발생량이 많은 화면 5의 후속 화면 6, 7을 스킵하는 방법을 보여준다.

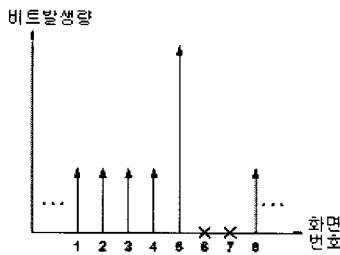


그림 2. CBR방식에서의 각 화면의 비트발생량
Fig. 2. Bits generated from each frame though CBR coding method

TMN8은 CBR 특성의 저지연 영상통신시스템에서 흔히 쓰이는 비트율 제어 알고리즘이다. 아래에 그 상세한 방법을 설명한다.

2. The TMN8 rate control algorithm

TMN8 비트율 제어 알고리즘은 화면층에서 현재 화면의 목적 비트량을 선택하고, MB(MacroBlock)층에서 화면 내 각각의 MB에 대해 적절한 양자화 매개변수를 선택한다 [2][3]. 화면층 비트율 제어에서 각 화면의 발생비트 예산량은 버퍼의 충만도(버퍼에 들어있는 비트량), 화면율(Frame Rate) 및 채널의 전송율(Channel Rate)에 의해 결정된다. 현재 화면을 부호화하기 전 버퍼의 충만도는 아래 식을 통하여 계산된다.

$$W = \max(W_{prev} + D - \frac{R}{F}, 0) \quad (1)$$

위 식에서

D 직전 화면을 부호화하는데 실제로 사용된 비트량,

W_{prev} 현재 화면을 부호화하기 전

버퍼에 남아있는 비트량,

R 채널이 초당 전송할수 있는 비트량,

F 초당 부호화 되는 화면 수.

만약 W가 정의된 문턱값(Threshold) $M = R/F$ 보다 크면, 부호기는 버퍼에 들어있는 비트량이 그 문턱값보다 작게 될 때까지 화면(들)을 스킵한다. 각각의 스킵된 화면에 대해서 버퍼의 용량은 M 비트만큼씩 줄어든다. 현재 화면의 목적 비트량은 아래와 같이 예측된다.

$$B_T = \frac{R}{F} - \Delta \quad (2)$$

위 식에서

$$\Delta = \begin{cases} \frac{W}{F}, & W > 0.1 \frac{R}{F} \\ W - 0.1 \frac{R}{F}, & otherwise \end{cases} \quad (3)$$

MB층 비트율 제어 알고리즘은 화면 내의 모든 MB에 대해 양자화 매개변수를 선택한다. i 번째 MB에 대한 최적의 양자화 매개변수는 Rate-Distortion 모델에 의해 유도되며 아래와 같은 식으로 나타낼 수 있다

$$Q_i = \sqrt{\frac{256K_i \sigma_i S_i}{L_i \alpha_i}} \quad (4)$$

식에서 σ_i 는 i 번째 MB의 표준편차이고, α_i 는 가중치를

나타내며 $S_i = \sum_{k=1}^N \alpha_k \sigma_k$ 는 남아있는 MB들의 가중치 에너지 합이다. $L_i = B_i - 256N_i C_i$ 는 i 번째 MB를 포함한 화면 내의 남은 MB들을 부호화하기 위한, 나머지 비트량을 나타낸다. 식에서 B_i 는 현재 화면의 목적 비트량이고, N은 화면에 들어있는 MB들의 개수를 나타낸다.

MB층 비트율 제어는 화면 내의 첫 MB부터 시작한다.

첫 MB에 대해 수식 (4)를 사용하여 양자화 매개변수를 구하고 해당 MB를 부호화하여 비트발생량을 얻는다. 예측된 헤더들의 비트량과 MB를 부호화 하는데 발생된 비트량을 화면 전체의 목적 비트량에서 빼면 남은 MB들을 부호화하는데 사용될 비트량이 얻어진다. 이러한 과정은 다시 두 번째 MB, 세 번째 MB, 이런 방식으로 모든 MB들이 부호화 될 때까지 반복된다. 모델 파라미터인 K_i 와 C_i 는 MB-by-MB 기반으로 업데이트 된다. 마지막 MB까지 부호화하기 전에 현재 화면의 예측 비트량이 모두 사용되었을 경우에, 부호화 되지 않은 남아있는 MB들은 최대값의 양자화 매개 변수로 양자화 되기 때문에 이미지 정보를 많이 잃어버리게 되며 화질의 열화를 초래하게 된다.

III. 제안한 알고리즘

제안한 알고리즘은 아래와 같은 특징을 가진다.

- 비트율 제어와 부호화를 MB-Row단위로 수행한다. (초저지연을 달성하기 위해 버퍼를 작게 유지한다.)
- 모든 입력된 화면에 대해 부분적 장면 전환 검출을 수행한다.
- 장면 전환 화면이나 첫 I-화면을 포함한 모든 화면에 발생되는 비트량이 부호기 버퍼의 제한된 용량 및/또는 채널의 제한된 전송 범위를 벗어나지 않도록 비트량을 분산하여 부호화하여 전송한다.
- 디스플레이 시 각 화면의 부호화 방법에 따른 재생 방식을 수행한다.
- 모든 화면의 비트발생량을 상한선 이하로 제어하며 초저지연을 달성하기 위해 버퍼를 작게 유지하며 동시에 재생 영상의 화질을 일정한 수준으로 유지한다.
- 종단간 지연을 최소로 줄이는 저지연 영상통신을 위한 시스템 및 방법을 제공한다.

1. VBR 방식과 CBR 방식을 결합한 비트율 제어 방법

이 방법은 고정된 하나의 목적 비트율을 기준으로 하지 않기 때문에 CBR 방식과는 상이하지만, 일정한 범위에서

비트발생량을 제어한다는 점에서 VBR 방식과도 상이하다. <그림 3>은 부호기에서 이러한 부호화 방법에 따라서 부호화할 경우에 발생하는 비트량의 일례를 보여주는 그래프로서, 이 방법은 도시된 시간 범위 내의 모든 화면의 비트발생량을 P-화면 수준으로 제어하여 부호화하는 방법이다.

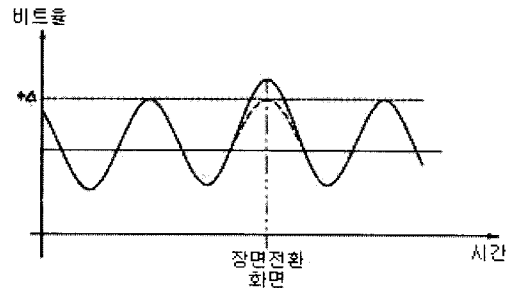


그림 3. 모든 화면에서 발생하는 비트량을 상한선 이하로 제어하는 방법
Fig. 3. Method that controls the bits generated from each frame below the upper line

구체적인 방법과 관련 수식은 아래와 같다.

1.1 화면층 비트율 제어

- step1: 버퍼의 충만도를 구한다.

$$W = \max(W_{prev} + D - \frac{bit_rate}{F}, 0) \quad (5)$$

- step2: 수식 (2)와 (3)에 의해 화면의 목적 비트량 B_r 를 구한다.
- step3: <그림 3>에서 상한선에 해당하는 비트량을 구한다.

$$Upper_B = \frac{Upper_rate}{F} - \Delta \quad (6)$$

- step4: step3에서 계산한 $Upper_B$ 와 목적 비트 B_r 의 차이를 계산한다.

$$sub_target = Upper_B - B_r \quad (7)$$

- step5: 한 MB의 부호화가 끝나면 B_r 를 업데이트 한다.

$$B_r = B_r - Bits_MB \quad (8)$$

만약 ($B_T < 0$) 이면

$$B_T = \text{sub_target}$$

$$B_T = B_T - \text{Bits_MB} \tag{9}$$

위 식들에서 변수들의 의미는 아래와 같다.

- upper_rate* 발생 비트율의 상한;
- upper_B* 비트발생량의 상한;
- bit_rate* 평균 비트율;
- Bits_MB* 현재 MB의 비트발생량.

1.2 MB층 비트율 제어

양자화 매개변수를 계산하는 수식 $Q_i = \sqrt{\frac{16^2 k \sigma_i}{L \alpha_i}} S'$ 에

서 사용된 변수들 중 MB-Row 단위로 비트율 제어를 함에 있어서 이상이 있는 변수는 S 이다. TMN8에서는 먼저 화면층에서 화면 전체에 대한 S 값의 합을 계산한 후, MB층에서 이미 부호화된 MB에 대응하는 S 값을 빼는 방식으로 업데이트한다. 제한하는 알고리즘은 부호화를 MB-Row 단위로 수행하기 때문에 S 의 계산방법을 변경해야 한다.

장면전환이 발생한 첫 화면은 이미지 정보의 값이 직전 화면과 차이가 크기 때문에 장면 전환의 첫 화면을 부호화할 때 직전 화면의 S의 값을 사용하지 않는다.

장면 전환이 없는 화면들에서 화면 전체의 S 값은 직전 화면의 S 값과 유사할 수 있다는 점을 이용하여 현재 화면에서 양자화 매개변수를 계산할 때 사용되는 S 의 초기값 대신 직전 화면의 S 를 사용하는 것을 제안한다. 하지만, 만약 바로 전 화면의 S 의 값이 현재 화면의 S 의 값보다 작은 경우, 업데이트 시 S 의 값이 0보다 작게 되는데 이런 경우, 양자화 매개변수의 계산은 불가능하게 된다. 이런 문제를 막기 위하여 아래와 같은 두 단계를 거쳐 S 값을 조절한다.

첫 단계는 화면을 반 정도 부호화 한 후 그 위치까지의 S 값이 직전 화면의 동일 위치까지의 S 값보다 크면, 바로 전 화면의 S 값에 그 차이값의 2배만큼 더해준다. 이 과정은 한 화면에서 한번만 수행한다.

두 번째 단계는 첫 단계가 수행된 후, 업데이트 과정 중 만약 S 가 0보다 작게 되면 S 를 0으로 지정한다.

이런 방식으로 MB층에서 현재의 전체 화면에 대한 S 값을 계산한 후, 그것을 다음 화면 MB들의 양자화 매개변수의 계산에 사용한다.

2. 장면 전환 화면 검출 방법 및 그에 따른 부호화 방법

부호기에서 현재 화면과 직전 화면의 부분적 이미지의 값의 차이를 문턱값과 비교하여 각 화면에 대해 장면 전환 검출을 수행한다.

구체적인 방법은 아래와 같다.

부호화 하는 과정 중 현재 화면과 직전 화면의 화소값의 차이를 저장하는 방식으로, 화면의 일부분을 부호화 한 후 그 위치까지 누적된 화소값의 차이를 이용하여 MAD (Mean Absolute Difference)를 계산하고 문턱값과 비교하여 문턱값보다 크면 장면 전환 화면으로 판단한다.

아래 검출단계 1은 <그림 4>를 참조하여 설명한다.

검출단계 1: 화면의 1/3 위치까지 부호화했을 때 현재 화면(화면 5)이 장면 전환 화면으로 판단될 경우, 나머지 2/3 부분을 스킵한다. (화면의 나머지 영역의 MB들을 COD = 1로 지정한다.) 바로 후속으로 입력된 화면(화면 6)에 대해서는 위로부터 1/3부분의 모든 MB들은 화면내 모드로 부호화하며 가운데 1/3 부분의 MB들은 화면간/화면내 모드 선택에 의해 부호화되며 양자화 과정에서 이상의 2/3 부분은 모두 양자화 변수 15를 사용한다. 마지막 1/3부분은 스킵한다. 장면 전환의 세 번째 화면(화면 7)에 대해서는 아래 2/3. 부분의 MB들을 화면내 모드로 부호화 하며 양자화 변수 15를 사용한다. <그림 4>는 이 경우, 장면 전환 화면과 그 후속하는 두 화면들에 대한 부호화 방법을 보여준다.

아래 검출단계 2는 <그림 5>를 참조하여 설명한다.

검출단계 2: 검출 단계 1에서 장면 전환으로 판단되지 않았을 경우 계속 부호화하여 화면의 2/3의 위치에서 다시 같은 방법으로 MAD를 계산하여 장면 전환을 판단한다. 그 위치에서 현재 화면(화면 5)이 장면 전환 화면으로 판단되면 나머지 1/3 부분의 모든 MB들은 화면내 모드로 부호화

하며 양자화 변수 15를 사용한다. 후속으로 입력된 화면(화면 6)에 대해서는 화면의 위 2/3 부분의 모든 MB들을 화면 내 모드로 부호화한다. <그림 5>는 이 경우의 부호화 방법을 도시한다.

이와 같이 현재 화면이 장면 전환 화면으로 판단되었을 경우 장면 전환을 지시하는 정보를 수신측에 보내줘야 한다. 제안된 알고리즘은 장면 전환 화면의 가장 마지막 MB를 강제로 화면내 부호화 방식으로 부호화하며, 이외의 화면의 해당 MB는 강제로 화면간 부호화 방식으로 부호화하는 방식을 사용한다.

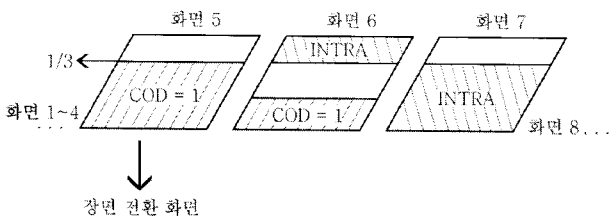


그림 4. 장면의 전환이 화면의 1/3 위치에서 판단된 경우의 부호화 방법
Fig. 4. Coding method when Scene change is detected at the 1/3 part of the frame

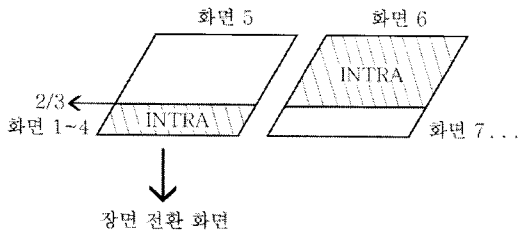


그림 5. 장면의 전환이 화면의 2/3 위치에서 판단된 경우의 부호화 방법
Fig. 5. Coding method when Scene change is detected at the 2/3 parts of the frame

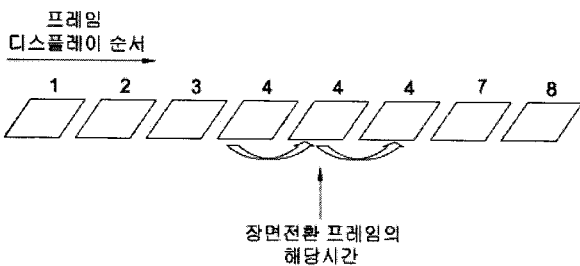


그림 6. 장면 전환이 1/3위치에서 검출된 경우의 화면의 디스플레이 방법
Fig. 6. Display method when Scene change is detected at the 1/3 part of the frame

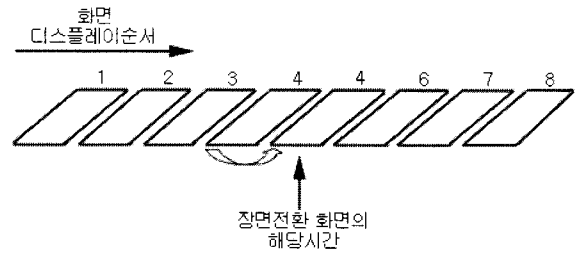


그림 7. 장면 전환이 2/3위치에서 검출된 경우의 화면의 디스플레이 방법
Fig. 7. Display method when Scene change is detected at the 2/3 parts of the frame

이상의 설명과 같이 입력된 화면에 대해 장면 전환 검출을 수행하고 그 결과에 따라 부호화 방법을 적용하여 장면 전환 화면과 후속 화면의 발생 비트량을 상한선 이하로 제어하는 동시에 일정한 수준의 화질도 유지한다. 압축된 비트스트림은 채널을 통하여 전송되며 수신측 장치에서는 비트스트림을 복호화한다

3. 장면 전환 화면의 디스플레이 방법

장면 전환이 포함된 화면들은 <그림 6>, <그림 7>에서 도시한 방식에 의하여 디스플레이 된다.

<그림 6>은 <그림 4>의 부호화 방식에 따른 디스플레이 방법을 보여준다. 장면 전환한 화면 5와 그 후속 화면 6 대신에 직전 화면 4를 두 번 반복 재생한다. <그림 7>은 <그림 5>에서 도시한 부호화 방법에 대응하는 디스플레이 방법을 보여준다. 장면 전환한 화면 5 대신에 직전 화면 4를 한번 반복 재생한다.

4. 첫 I-화면에 관한 부호화 방법 및 디스플레이 방법

일반적으로 양방향 영상통신 시스템의 비디오 부호화에서 첫 I-화면을 화면내 방식으로 부호화하므로 첫 I-화면에서는 주어진 채널대역폭보다 훨씬 많은 비트량이 발생한다. 통상적인 CBR 부호화 방식에 의한 제어 방법은 첫 I-화면 다음의 1~3 화면(들)을 스킵하고 스킵한 화면 시간 동안 첫 I-화면을 전송하게 되는데 채널을 거쳐 수신단말로 전송된 비트스트림은 순수한 네트워크 전송시간에다가 스킵한 화

면(들)의 시간이 추가로 걸려야 첫 I-화면의 모든 정보가 복호기 버퍼에 저장된다. 종단간 지연을 결정하는 지연 요소는 여러 가지가 있지만 가장 큰 지연 요소는 복호기 버퍼의 버퍼링 지연이다. 상술한 첫 I-화면의 화면내 부호화로 인한 초기지연 시간을 줄이는 것은 종단간 지연을 줄이기 위한 관건이다.

<그림 8>은 영상통신시스템의 통상적인 I-화면의 부호화 및 전송 방식에 의한 초기 지연을 보여준다. 수신측은 I-화면에서 발생한 비트를 다 받을 때까지 기다렸다가 화면을 재생하므로 초기지연은 늘어난다. 제안된 알고리즘은 초기 버퍼링 시간을 줄이기 위해 첫 I-화면 전체를 화면내 부호화하는 대신, 후속의 2~3개의 화면에 비트량을 분산하여 P-화면의 비트량 정도로 부호화한다. 따라서 첫 I-화면 다음의 화면들을 스킵할 필요가 없어서 초기 버퍼링 지연을 줄일 수 있고 또한 P-화면 수준으로 발생 비트량을 제어할 수 있게 된다. 구체적인 방법은 <그림 9>에서 도시한 것과 같다. <그림 9>에서 화면 1은 첫-I 화면을 나타내며 2와 3은 그 후속 화면들을 나타낸다.

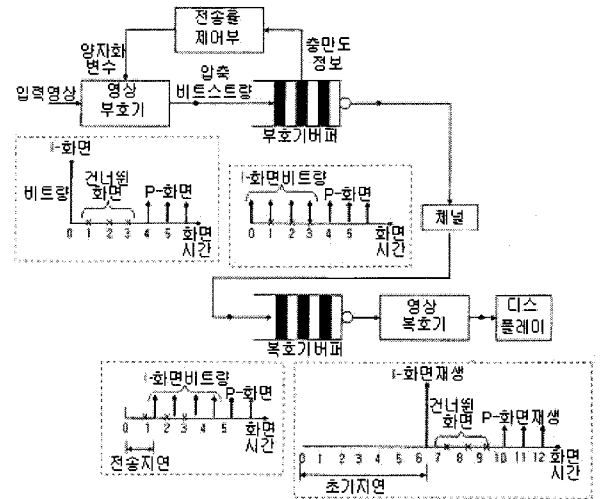


그림 8. 통상적 영상통신시스템의 I-화면 부호화전송 방법 및 초기 지연
Fig. 8. Coding / transmission and beginning delay for the I-frame in normal video communication system

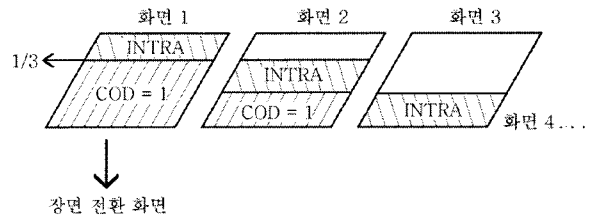


그림 9. 시퀀스의 첫 I-화면의 비트량 분산 방법
Fig. 9. Method for first I-frame bits dispersion

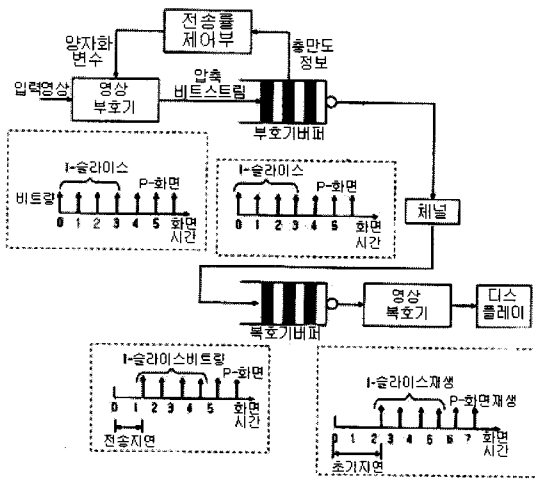


그림 10. 제안한 알고리즘을 통한 부호화 방법의 초기 지연 감축
Fig. 10. Reduced beginning delay through the proposed algorithm

• 화면 1에서
위 1/3부분의 모든 MB들을 화면내 모드로, 양자화

매개변수 15를 사용하여 부호화한다. 나머지 2/3부분의 모든 MB들의 COD 값을 강제로 1로 지정하여 스킵한다.

• 화면 2에서

위 1/3부분은 양자화 매개변수 13을 사용하여 부호화한다. 가운데 1/3부분의 모든 MB들을 화면내 모드로, 양자화 매개변수 15를 사용하여 부호화 한다. (움직임 추정/보상을 고려하여 바로 위 MB-Row를 추가로 화면내 부호화한다.)아래 1/3의 모든 MB들의 COD를 1로 지정하여 스킵한다.

• 화면 3에서

마지막 1/3 부분의 모든 MB들을 화면내 모드로, 양자화 매개변수 15를 사용하여 부호화 한다. (움직임

추정을 고려하여 바로 위 MB-Row를 추가로 화면내 부호화한다.)

디스플레이 시 첫 I-화면부터 재생할 수도 있고 부분 영역을 스킵하지 않은 화면(<그림 9>에서 화면 3)부터 재생할 수도 있다. <그림 9>를 참조하면 화면 1부터 재생하는 경우, 비록 화면 1과 화면 2의 일부 영역을 스킵하였지만 화면 2에서 화면 1의 일부 스킵된 영역이 재생되고 화면 3에서 역시 화면 2의 스킵된 영역이 재생되는 점진적 영상이 이루어지므로 시각적인 효과나 전체적인 화질에는 영향이 없다고 볼 수 있다.

<그림 10>은 제안한 알고리즘에 의해 부호기에서 첫 I-화면의 비트량을 분산하여 P-화면 수준으로 부호화하여 전송함으로써 초기 지연이 줄어들었음을 보여주는 그림이다. <그림 8>과 비교할 때 수신측에서 첫 I-화면에 대한 초기 지연이 약 4 화면 시간정도 줄어들었음을 볼 수 있다.

IV. 실험 및 고찰

제안된 알고리즘을 저지연 영상통신 시스템을 위한 국제 비디오 압축 표준인 H.263 baseline profile에 적용하여 구현하였으며 TMN8을 비트율 제어의 참조 알고리즘으로 사용하였다^[4]. 화면의 부호화 방식은 I, P, P, P ... 이며 부호화 과정에서 화면내 모드로 부호화 하게 되는 영역은 TMN8에서와 같이 양자화 변수의 값을 모두 15로 적용하였다.

<표 1>은 실험환경을 보여준다. 실험에서 두 개의 시퀀

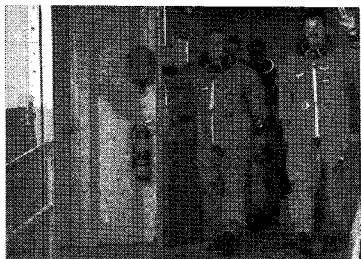
스를 각각 입력 받아 평균비트율과 상한 비트율을 각각 적용하여 부호화하였다. <그림 11>은 실험에 사용된 영상들을 보여준다. Crew, Jets, Panslow 세 영상을 각각 100장씩 취하여 묶어서 시퀀스를 구성함으로써 시퀀스에 두 번의 장면 전환이 있도록 하였다. Crew 영상은 움직임이 비교적 많고, Jets, Panslow 영상은 움직임이 많지 않다. 영상 사이즈는 D1(720x480)으로서 Original H.263 영상코덱에서는 지원하지 않는다. 실험에서 D1 사이즈의 영상을 부호화하기 위해 H.263 코덱을 변경하여 D1 사이즈의 영상을 적용할 수 있도록 하였다.

표 1. 실험환경

Table 1. Test environment

항목	자세한 정보
영상이름	Crew, Jets, Panslow
영상 사이즈	720x480
화면 수	300
비트율(평균, 상한)	1.5Mbps, 2Mbps
장면 전환 화면	100, 200

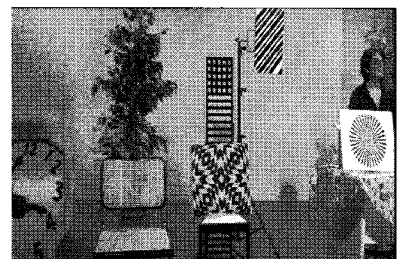
TMN8 비트율 제어 알고리즘과 제안한 알고리즘을 각각 적용한 후의 비트발생량의 비교 결과를 <그림 12>에 나타내었다. <그림 12>에서 볼 수 있듯이 CBR 방식의 TMN8 비트율 제어 알고리즘을 사용하였을 때에는 각 화면의 비트발생량은 거의 고정적이지만 제안한 알고리즘을 사용하였을 때에는 비트발생량이 평균 비트율을 기준으로 상하로 일정하게 변동하며 움직임이 많이 포함된 영상에서는 변동 폭이 크고 움직임이 적은 영상에서는 변동 폭이 작다.



(a) Crew



(b) Jets



(c) Panslow

그림 11. 실험 영상들

Fig. 11. Test sequences

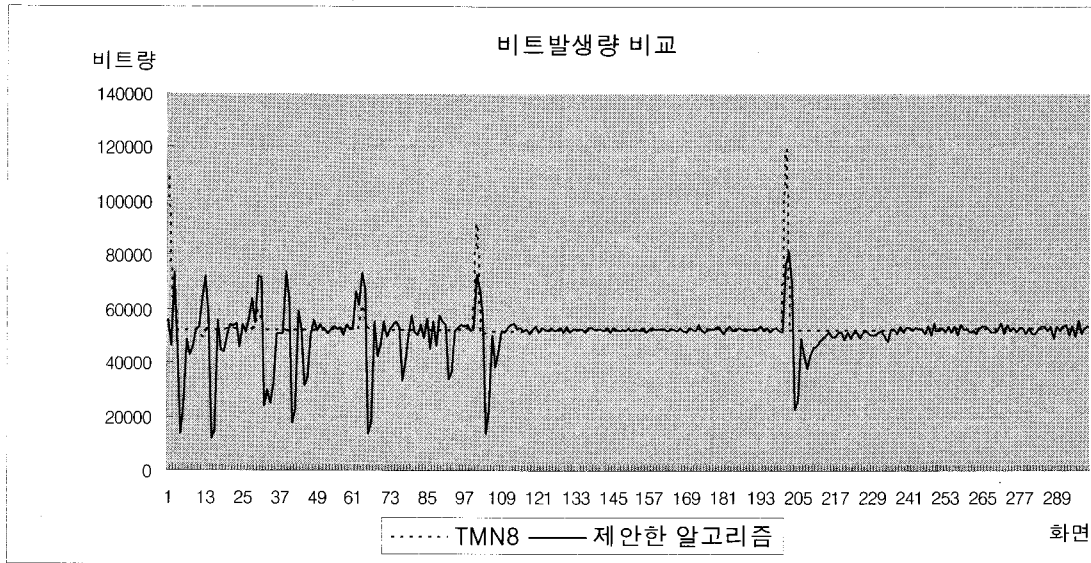


그림 12. 제안한 알고리즘과 참조 알고리즘의 비트 발생량의 비교
 Fig. 12. Comparison of generated Bits between the proposed method and reference method

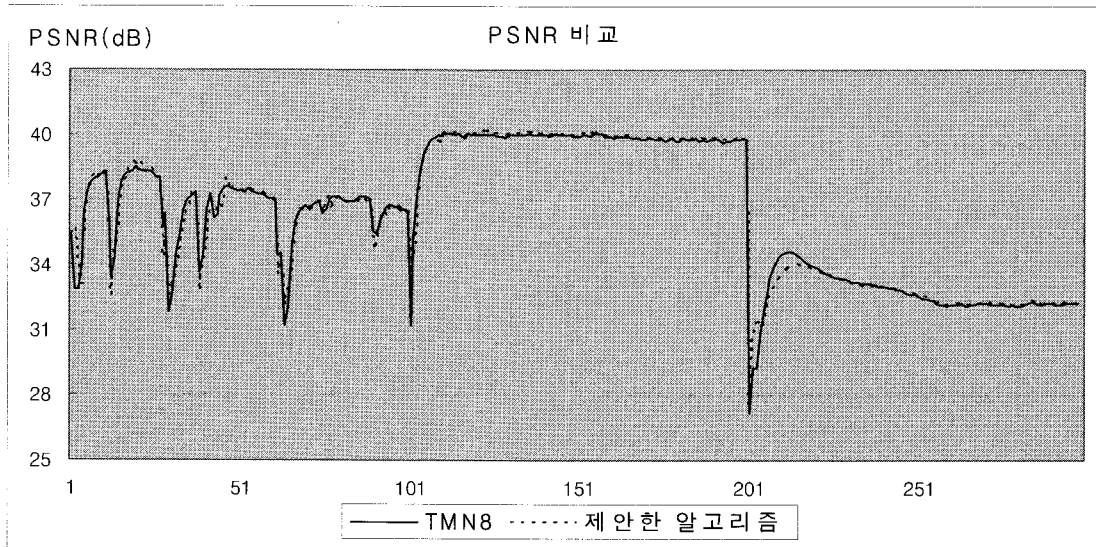


그림 13. 제안한 알고리즘과 참조 알고리즘의 PSNR의 비교
 Fig. 13. PSNR for the proposed method and reference method

<그림 13>은 복원된 영상의 PSNR을 보여준다. 제안한 알고리즘은 TMN8 비트율 제어 알고리즘과 PSNR이 거의 평균적으로 비슷함을 볼 수 있다. 즉 제안된 알고리즘은

TMN8 비트율 제어 알고리즘과 비교하여 앞서 설명한 여러 장점들을 보류하면서 영상의 화질도 일정한 수준으로 유지할 수 있었다.

V. 결 론

제안한 알고리즘은 완벽한 VBR 전송이 보장되지 않는 전송 환경에서 장면 전환 화면이나 첫 I-화면을 포함한 모든 화면에서 발생된 비트량이 상한선 이하에서 발생하도록 제어하고 장면 전환 화면과 같은 부분 영역을 스킵한 화면 대신 직전 화면을 반복 재생하는 방법을 제안하여 재생영상의 전체적인 화질을 일정하게 유지하였으며 첫 I-화면의 비트량을 분산하여 P-화면 수준으로 부호화함으로써 초기 버퍼링 시간을 줄였고 또한 부호화와 비트율 제어를 MB-Row를 기본 단위로 하였기 때문에 전체 부호화 과정에서 작은 버퍼를 유지할 수 있어서 종래의 영상 통신 시스템에서 발생할 수 있는 순간 부호기 버퍼의 넘침, 전송 채널에서의 전송 지연 문제 및/또는 재생 영상의 화질 열화, 버퍼링에 따른 초기 지연 등 여러 가지 문제에 대해 해결하는 방법을 제공하였다.

참 고 문 헌

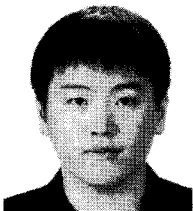
- [1] Yun Q. Shi and Huifang Sun, "IMAGE and VIDEO COMPRESSION for MULTIMEDIA ENGINEERING," Fundamentals, Algorithms and Standards.
- [2] Jyi-Chang Tsai and Chaur-Heh Hsieh, "Modified TMN8 Rate Control for Low-Delay Video communications," IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology, VOL. 14, NO. 6, JUNE 2004.
- [3] "Video Codec Test Model," ITU-T/SG15, TMN8, Portland, OR, June 1997.
- [4] Video Coding for Low Bitrate Communication, ITU-T Recommendation H.263 Version 2, Jan. 1998.
- [5] Junfeng Bai, Qingmin Liao, Xinggang Lin, Xinhua Zhuang, "Rate-distortion model based rate control for real-time VBR video coding and low-delay communications," Signal processing: Image Communication 17 (2002) 187-199.
- [6] Hwang-Seok Oh and Heung-Kyu Lee, "Adaptive Rate Control Scheme for Very Low Bit Rate Video Coding," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 42, No. 4, November 1996.

저 자 소 개



김 은 희

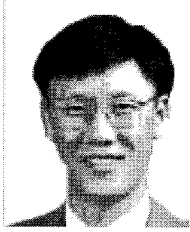
- 2005년 6월 : 중국 연변과학기술대학 컴퓨터과학기술 학과 졸업
- 2006년 3월 ~ 현재 : 한국 세종대학교 정보통신학과 석사과정
- 주관심분야 : 멀티미디어, 비디오 압축, 컴퓨터비전



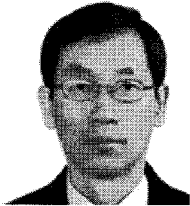
박 민 철

- 2004년 2월 : 세종대학교 정보통신공학과 졸업
- 2006년 2월 : 세종대학교 정보통신공학과 석사학위 취득
- 2006년 3월 ~ 현재 : 세종대학교 정보통신공학과 박사과정
- 주관심분야 : 영상통신, 영상압축, H.264/MPEG-4 AVC

 저 자 소 개

**문 주 희**

- 1981년 ~ 1985년 : 서강대학교 전자공학과 (학사)
- 1985년 ~ 1987년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 (석사)
- 1987년 ~ 1992년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 (박사)
- 1992년 ~ 1994년 : 한국과학기술원 전자정보연구소 (Post-Doc.)
- 1994년 ~ 1999년 : 현대전자 정보통신연구소 수석연구원
- 1999년 ~ 현재 : 세종대학교 정보통신공학과 부교수
- 주관심분야 : 영상 압축, motion analysis, MPEG, 무선멀티미디어, 디지털TV 등

**권 재 철**

- 1986년 : 한양대학교 전자공학과 졸업
- 1988년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
- 2003년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사
- 1988년 ~ 현재 : SKT 미래기술연구소 연구전문 수석연구원
- 주관심분야 : 멀티미디어통신, 양방향 영상통신, 영상압축